

att #10

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 28.4.2003

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Valmet Corporation  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

990474

Tekemispäivä  
Filing date

04.03.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

D21H

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä konesuuntaisen rataakosteuden säätämiseksi päällystyskoneella"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

# MENETELMÄ KONESUUNTAISEN RATAKOSTEUDEN SÄÄTÄMISEKSI PÄÄLLYSTYSKONEELLA

5

Tämän keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen menetelmä paperin tai vastaavan päällystetyn ratamateriaalin kuten kartongin kuivatukseen käytettävä ohjaus- ja säätöstrategia päällystyskoneissa, joissa päällystettävä rata kulkee yhden tai useampia päällystysasemia sekä kuivaimia käsittävän päällystyskoneen lävitse.

Päällystettyä paperia tai kartonkia valmistettaessa sen pinnalle levitetään päällysteaineita veteen sekoitettuna.

15 Päällysteseoksen levittämisen ja tasoittamisen jälkeen radan pinnalla oleva päällystemassa ja pohjamateriaalirata täytyy kuivata riittävän kuivaksi loppukäyttöä tai jatkokäsittelyä varten. Päällystettyjä paperilaatuja valmistettaessa suurin osa käytettävästä energiasta kuluukin radan

20 kuivattamiseen jälkikäsittelyn eri vaiheissa, joten kuivatuksen energiakäytön hallinta on erityisen tärkeää tuotannon kannattavuuden kannalta. Oikealla kuivatustavalla on vaikutusta myös valmistettavan paperin laatuun. Koneensuuntaisen kosteuden hallinta, eli valmistettavan paperin kosteuden pitäminen tasaisesti samansuuruisena on sekin erittäin tärkeää valmistettavan paperin laadun kannalta. Paperin kosteus vaikuttaa erityisesti kalanteroitavuuteen ja painettavuuteen. Koska nykyisin käytetään on-line kalanterointia, jossa päällystetty rata menee suoraan kalanterille, radan kosteus ei ehdi tasaantua ennen kalanterointia

25 samalla tavoin kuin off-line kalanteroinnissa, jolloin päällystettyä rataa säilytettiin ennen kalanterointia tampo-  
puurirullalla. Vastaavasti paperin kuljetusketju paperitehtaasta painoihin ja muille käyttäjille on nopeutunut, joten

30

5 kalanteroimattomankaan paperin kosteus ei ehdi välttämättä  
 tasaantua ja laskea riittävän alhaiselle tasolle ennen pai-  
 natusta. Radan kosteus vaikuttaa päällystettäessä veden  
 imeytymiseen rataa päällystettä levitettäessä ja siten  
 10 päällysteen kuiva-ainepitoisuuden muuttumiseen päällystyks-  
 sen jälkeen. Kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen vaikuttaa  
 moniin seikkoihin päällystystapahtumassa, joten radan kos-  
 teuden pitäminen päällystysten ja kuivatuksen aikana tar-  
 kasti oikeissa rajoissa on tärkeää tasaisen ja oikeanlaisen  
 10 valmistustuloksen kannalta.

Tavallisesti päällystettyä rataa kuivataan heti päällystyk-  
 sen jälkeen kosketuksettomilla kuivaimilla, minkä jälkeen  
 voidaan käyttää tarvittaessa sylinterikuivaimia tai muita  
 15 kosketuksellisia kuivaimia. Radan kosteutta mitataan useis-  
 sa pisteissä päällystyskoneen pituudella ja kunkin kuivai-  
 men kuivatustehoa säädetään mittaustuloksen perusteella si-  
 ten, että mittauspisteessä saadaan oikea kosteus koneen  
 poikittaissuunnassa ja tietyissä rajoissa ajon aikana pysy-  
 20 vä kosteusarvo, eli saadaan koneensuuntainen kosteus pysy-  
 mään asetusarvossa. Kuivatusteho asetetaan koeajojen ja ko-  
 kemusperäisten tietojen perusteella sopivaan perusasetuk-  
 seen ja kuivainten tehoja säädetään ajon aikana mittaustu-  
 losten perusteella automaattisesti tai käsin. Tavallisesti  
 25 yksi kuivain tai kuivainryhmä toimii loppukosteuden sääti-  
 menä, jonka tehoa muutetaan takaisinkytketyn mittauksen  
 avulla. Muut kuivaimet toimivat tällöin käsisäätöisesti.  
 Tällainen säätötapa on hyvin hidas ja kuivainten toiminta-  
 hitauden huomioon ottaminen on vaikeaa, jos kuivaintehoja  
 30 halutaan muuttaa nopeasti. Radan lämpötila ennen päällys-  
 tysasemaa on pidettävä riittävän alhaisena, jotta levitet-  
 tävä päällyste ei flokkaantuisi. Tämän takia kuivatustehon  
 hallinta erityisesti kuivatuksen loppuosalla ennen seuraa-

vaa päällystysvaihetta on tärkeää. Ratalämpötila vaikuttaa myös päällystettävän radan laatuun.

Erityisesti ajo-olosuhteiden muuttuessa tai konetta käynnistettäessä eli niin sanotun ylösajon aikana oikeiden kuivaintehojen nostaminen ja asettaminen kohdalleen vaatii hyvää koneen käyttäjien ammattitaitoa. Päällystyskoneen kuivaintehojen saaminen ylösajossa tai ajo-olosuhteiden muututtua prosessin kannalta edulliseen tasapainotilaan vaatii aikaa ja tällöin tuotettava paperi tai kartonki ei täytä laatuvaatimuksia ja on siten ajettava pulpperiin. Koneen tehokkuuden kannalta olisikin edullista saada ylösajoajat ja muutosajat mahdollisimman lyhyiksi. Edellä kuvatulla menetelmällä on myös vaikeaa optimoida käytettävän kuivatusenergian määrää, koska jokaista kuivainta ohjataan erikseen eikä niiden keskinäisiä tehosuhteita voida helposti muuttaa. Yhden tai useamman kuivaimen vaurioituminen on vaikeaa kompensoida, koska prosessi on suunniteltu toimimaan kaikkien kuivainten ollessa toiminnassa.

20

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan menetelmä, jonka avulla päällystettävän radan koneensuuntaista kosteutta voidaan säätää optimoidusti koko päällystys- ja kuivastapahtuman kosteudenmuutokset huomioon ottaen. Käytännössä tämä tarkoittaa päällystyskoneen kaikkien kuivainten integroitua säätämistä hallitun ja energiankulutuksen sekä valmistuslaadun kannalta optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

~~30~~ Keksintö perustuu siihen, että jokaiselle radan kuivumiseen vaikuttavalle prosessin osalle ja laitteelle muodostetaan matemaattinen ominaishaihdutusta kuvaava malli ja yksittäisten mallien avulla muodostetaan malleja ketjuttamalla

kokonaisprosessin malli, jonka avulla hallitaan prosessin kuivatustapahtumaa siten, että yksittäisiä laitteita ohjataan prosessin osana.

- 5 Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

10

- Keksinnön mukaisen mallin avulla voidaan laskea suoraan jokaisen kuivaimen jälkeinen lähtökosteus, kun kuivaimen ominaishaihdutus ja radan tulokosteus tiedetään. Kun mallit ketjutetaan, voidaan laskea kosteus eri paikoissa päällistyskoneetta ja tietenkin tärkeimpänä radan loppukosteus. 15 Mallin avulla kuivainten tehoja voidaan säätää niiden ominaisuuksien mukaan siten, että eri tyyppisten kuivainten ominaisuudet tulevat parhaiten huomioiduksi. Koska infrapunakuivaimet toimivat nopeasti, niitä voidaan käyttää esimerkiksi ylösajossa kokonaiskuivaintehon säätöön ja muiden 20 kuivainten tehot voidaan nostaa siten helpommin normaalin ajon aikana tarvittavaan tehoon ottamalla huomioon kuivaimen hitaus malliin sijoitettujen viivetekijöiden avulla. Viivetekijöiden avulla voidaan hallita todellisia prosessin 25 viiveitä.

Koska keksinnön mukaisesti hallitaan koko prosessia, kuivainten tehot voidaan jakaa halutulla halutulla tavalla ja erityisesti jonkin kuivaimen vaurioituttua sen kuivatusteho

- ~~30 voidaan jakaa muille kuivaimille eikä päällistyskoneen toimintaa tarvitse keskeyttää korjauksen ajaksi. Samoin koska radan alkukosteus ja radalle päällysteen mukana tuotu vesimäärä tiedetään, mallin avulla voidaan laskea estimaatti~~

radan kosteudelle prosessin eri osissa ja erityisesti ennen kiinnirullausta. Mallin avulla loppukosteus voidaan laskea niin tarkasti, että jopa kosteusmittareiden vaurioiduttua valmistusta voidaan jatkaa mallin ohjaamana.

5

Kaiken kaikkiaan keksinnön avulla saadaan aikaan nopeampi ja tarkempi säätö kuin käsisäädön ja yksittäisten kuivainten takaisinkytketyn säädön avulla.

10

Keksintöä selitetään seuraavassa tarkemmin oheisten piirustusten avulla.

15

Kuvio 1 esittää päällystyskonetta tai sen osaa, jossa on yksi päällystysasema ja kuivaimia.

20

Kuvio 2 esittää päällystyskonetta tai sen osaa, jossa on kaksi päällystysasema ja niillä molemmilla omat kuivaimensa.

25

Kuvio 3 on kaaviokuva tilanteesta, jossa päällystyskoneen radan nopeus muuttuu.

Kuvio 4 on kaaviokuva tilanteesta, jossa kuivatustehoa säädetään nopeuden muutoksen mukaisesti.

Kuvio 5 on lohkokaavio menetelmän toiminnasta.

30

Kuviossa 1 on esitetty kaaviokuvana yksi päällystysasema 1, ~~siheen liittyvät kuivaimet 2 - 6 sekä lohkokaaviona kui-~~  
vainten 2 - 6 tehon säätöön liittyvät toimenpiteet. Radan 8 kulkusuunnassa katsottuna on ensimmäiseksi päällystysasema 1, jolla ainakin radan toiselle puolelle levitetään pääl-

lystettä tai muuta käsittelyainetta kuten pintaliimaa. Päällystysaseman tyyppi ei vaikuta keksinnön soveltamiseen, joten se voi olla mikä tahansa sopiva laite, esimerkiksi lyhytviipymäpäällystin, filminsiirtopuristin, teräpäällystysasema tai spraypäällystin. Päällystysasemalla voidaan  
 5 päällystää vain radan 8 toinen puoli, mikä on tavallisinta, tai molemmat puolet. Kuivainten 2 - 6 rakenne muuttuu tietenkin sen mukaan, käytetäänkö kaksipuolista tai yksipuolista päällystystä samalla asemalla, mutta kaikkien kuivainten toiminta voidaan mallintaa keksinnön mukaisesti.  
 10

Päällystysaseman jälkeen seuraa ensin infrapunakuivain 2, sitten kolme ilmakeivainta 3 - 5 ja lopuksi useista kuivainsylintereistä 7 koostuva kuivainsylinteriryhmä 6. Kuivainsylinteriryhmällä 6 rata 8 kuivataan lopulliseen kosteuspitoisuuteen ja rata 8 johdetaan kosteusmittarin 9 kautta kiinnirullaimelle 10.  
 15

Prosessia ohjataan tietokoneen avulla. Fyysisesti ohjaustietokone voi olla osa päällystyskoneen ohjaustietokoneen ohjelmiston osa, yksi erillinen kosteuden säätöä varten varattu tietokone tai prosessori tai fyysisesti eri paikkoihin jaettu ohjelmisto ja tietokanta. Ohjausjärjestelmä sisältää kunkin kuivaimen haihdutusmallin ja näistä koostuvan kokonaishaihdutusmallin. Lisäksi ohjausjärjestelmän tietokantaan 11 kerätään mittaamalla tai suoraan päällystyskoneen ohjausjärjestelmän tiedoista prosessin statustiedot, eli koneen ja mallin hetkellinen tila. Tilatiedot käsittävät muun muassa päällystysaseman tilan, eli päällystemäärän, kuiva-ainepitoisuuden, jne, kuivainten tehot, loppukosteuden kuivainten jälkeen ja kiinnirullaimella 10 mitatun radan nopeuden.  
 20  
 25  
 30

Kuviossa 2 on esitetty järjestelmä, johon kuuluu kaksi  
 päällystysasemaa ja niihin liittyvät kuivaimet. Tässä esi-  
 merkissä nämä ovat järjestelmän kaksi viimeistä päällystin-  
 tä ja järjestelmään voi kuulua useitakin tämänkaltaisia  
 5 päällystinaseman ja kuivainten muodostamia osajärjestelmiä.  
 Jokaista osajärjestelmää varten voi olla oma haihdutusmal-  
 linsa, tai edullisimmin koko päällystyskoneelle muodoste-  
 taan yksi malli, jolloin prosessin toimintaa voidaan hel-  
 pommin ohjata. Erityisesti radan kosteus voi olla ennen sen  
 10 johtamista seuraavaan päällystysvaiheeseen joissain tapauk-  
 sissa suurempi kuin radan loppukosteus, jolloin rata kulkee  
 päällystyskoneen läpi keskimäärin kosteampana kuin se tulee  
 kiinnirullaimelle. Tällaisessa tapauksessa kuivatustehoa  
 tarvitaan enemmän viimeisen päällystysaseman jälkeen kuin  
 15 edellisillä asemilla, mikä on helppo ottaa huomioon keksin-  
 nön mukaisen menetelmän avulla siirtämällä seuraavan osan  
 jälkeisen kosteuden laskettu tai mitattu kosteusarvo edel-  
 lisen osajärjestelmän haihdutustehon laskentaan. Paperiko-  
 neelta päällystettäväksi tulevan radan radan kosteus on  
 20 noin 1,5 - 4% ja käsitellyn radan kosteus 4 - 6%. Radan  
 kosteusarvot eri käsittelyn vaiheessa voivat vaihdella pal-  
 jonkin ja myös loppu ja alkukosteuden arvot vaihtelevat  
 valmistettavan laadun mukaan. Tarvittaessa radan alkukoste-  
 us voidaan laskea mallin antaman ajotilanteen haihdutusmää-  
 25 rän ja ennen kiinnirullausta mitatun loppukosteuden mukaan.

Keksinnön mukaisella menetelmällä pyritään päällystyskoneen  
 konesuuntaisen kosteuden tarkkaan kokonaishallintaan kai-  
 kissa tuotantotilanteissa ja siirryttäessä tuotantotilaan,  
 30 ~~eli ylösajossa sekä nopeusmuutosten ja päällystystapahtuman~~  
 muutosten aikana. Menetelmällä kyetään hallitsemaan useita  
 päällystyskoneen kuivaimia samanaikaisesti siten, että ta-  
 voitekosteus saavutetaan. Keksinnön mukaisen uuden lähesty-



mistavan mukaan muodostetaan kullekin kuivainyksikölle matemaattinen ominaishaihduitusta kuvaava malli, jota hyödynnetään kokonaissäätöstrategiassa laskettaessa kuivainkohaistaiset asetusarvot. Muodostettuja ominaishaihduituslaskentamalleja käytetään ketjutetusti kuvaamaan kokonaisprosessia, minkä lisäksi käytetään tiettyjä prosessimittauksia. Matemaattisten malliyhtälöjen parametrejä voidaan päivittää laji- ja toimintapistekohtaisesti joko off-line- tai on-line-menetelmiä käyttäen. Tällä tavoin saadaan muodostettu laskennallinen malli vastaamaan tarkasti käytettävän päällystyskoneen toimintaa erilaisilla valmistettavilla laaduilla ja eri prosessiolosuhteissa.

Menetelmää voidaan soveltaa sekä ns. off-machine että on-machine päällystyskoneisiin, sen avulla voidaan toteuttaa normaalin tuotantotilanteen vaatimat kuivainten ohjaukset että ohjaukset tilanteissa, jolloin ollaan siirtymässä tuotantotilaan. Normaalilla tuotantotilanteella tarkoitetaan tilannetta, jolloin konenopeudessa ei tapahdu muutoksia tai konenopeuden muutokset eivät vaikuta laatuun. Konenopeuden muutostilanteet ja koneen ylösajo edustavat muutos- ja siirtotiloja/-tilanteita. Menetelmässä käytetään laatumittausjärjestelmästä tai muualta, kuten päällystyskoneen ohjausjärjestelmästä saatavia saatavia rataakosteuden, neliöpainon, päällystemäärän, päällysteen kuiva-ainepitoisuuden ja ratalämpötilan mittausarvoja. Laatumittausjärjestelmän mitta-anturit voivat olla joko kunkin päällysteasemayksikön viimeisimmän kuivaimen jälkeen ja ennen kiinnirullainta vastaten täydellistä mittauskonseptia tai osa ns. välikosteusmittauksista voi puuttua, jolloin käytetään hyväksi kuivatusmallin laskemia rataakosteuden estimaatteja, jotka vastaavat tarkasti todellista tilannetta erityisesti silloin, kun malliyhtälöiden parametrit on päivitetty.

Tarkasteltavassa menetelmässä lasketaan matemaattisiin malleihin perustuen kunkin kuivaimen tai kuivumistapahtumaan vaikuttavan prosessiyksikön ominaishaihhdutuskyky esim. ilmoitettuna  $\text{kgH}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{h}$ . Laskentaan sisältyvät päällystysasemat, infrapunakuivaimet, leijukuivaimet, sylinterikuivaimet ja muut päällystyskoneella käytettävät kuivaimet sekä kuivaimien väliset vapaat vedot. Vapaat vedotkin on tärkeä mallintaa ja ottaa mukaan kokonaismalliin, koska kuivaimilta tulevista kuumasta radasta haihtuu niiden osalla nestettä.

Päällystysasemalla päällystysteen mukana tuodaan paperin pinnalle tietty ylimäärä vettä, joka kuivaimilla pitää poistaa. Kun radan alkukosteus ja päällystemäärä sekä päällystysteen sisältämä vesimäärä tiedetään, voidaan laskea radan nopeuden perusteella tarvittava kokonaishaihhdutusteho ja jakaa se eri kuivaimille. Tavoitteena on ajaa kunkin päällystysaseman jälkeinen ns. välikosteus ja tuotteen loppukosteus halutuiksi ohjaamalla päällystyskoneen kuivaimia yhtenäisenä järjestelmänä. Ominaisaihhdutuslaskennassa käytetään hyväksi mittatietoja rataakosteudesta, -lämpötilasta, -nopeudesta ja ympäröivän ilman kosteudesta. Ominaisaihhdutusmalleja käyttäen voidaan laskea estimaatti kunkin kuivaimen jälkeiselle rataakosteudelle. Samoin voidaan laskea ratalämpötilan muutos kussakin yksikössä ja yksikön jälkeinen ratalämpötila. Kytkemällä kuivainten ja vapaavetojen matemaattiset malliyhtälöt toisiinsa saadaan kokonaisjärjestelmän ketjutettu malli. Tällöin siis edelliselle kuivaimelle laskettuja rataakosteuden ja ratalämpötilan lähtöarvoja käytetään seuraavalla kuivaimella syöttötietoina eli tulevan radan kosteuden ja lämpötilan arvoina.

Menetelmässä kunkin päällystysyksikön jälkeistä välikosteutta ja tuotteen loppukosteutta kiinnirullaimella säädetään käyttämällä hyväksi päällystyskoneen kuivainten ominaishaihdutuslaskentamalleja. Mallien avulla lasketaan kulekin kuivaimelle sellaiset ohjaus- ja säätösuureiden asetusravot, jotta halutut väli- ja loppukosteudet saavutetaan. Tämä koskee myös konenopeuden muutostilannetta. Säättösuoritetaan sekä suljettuna että ennakoivana säätönä. Laatutmittausjärjestelmästä saatavaa kosteusmittaustietoa käytetään takaisinkytkentään, jolla korjataan päällystyskoneen joko yhden tai useamman kuivaimen asetusarvoja. Ennakoivassa säädössä, jota käytetään konenopeuden muutosten yhteydessä, hyödynnetään ominaishaihdutuslaskentamalleista saatavia konenopeuden lopputilaa vastaavia kuivainten asetusarvojen estimaatteja. Tässä selityksessä ei kuvata itse mallien laatimista, jota varten löytyy matemaattisia työkaluja alan kirjallisuudesta.

Ensimmäiseksi keksinnön mukaisessa menetelmässä on laskettava järjestelmän eri laitteiden ominaishaihdutus. Päällystyskoneen erilaisten kuivainten ominaishaihdutus  $\text{kgH}_2\text{O/m}^2/\text{h}$  lasketaan joko automaatiojärjestelmässä tai tähän välittömässä yhteydessä olevassa erillisessä laskentayksikössä. Päällystyskoneen kuivainten laskentamallit käsittävät päällystysasemat, infrapunakuivaimet, leijukuivaimet ja sylinterikuivaimet ja muut päällystyskoneella käytetyt kuivaimet sekä kuivaimien väliset vapaat vedot. Laskentamallit huomioivat kunkin kuivaimen karakterististen ohjausmuuttujien sekä prosessisuureiden vaikutuksen ominaishaihdutukseen.

~~30 Tällaisia muuttujia ovat radanopeus, radan tulokosteus ja~~  
lämpötila, neliöpaino, päällystemäärä, päällysteen kuiva-  
ainepitoisuus ja koostumus, ilman kosteus, infrapunakuivai-  
men teho ( $\text{kW/m}$ ), leijukuivaimen puhallusilman lämpötila ja

puhallusilman virtausnopeus, sylinterikuivainten höyrynpaine ja virtaus. Laskennan tuloksena saadaan kunkin kuivainyksikön ominaishaihhdutus, kuivaimesta poistuvan radan kosteuspitoisuus ja radan lämpötila ko. tarkastelupisteessä  
 5 käytettäessä valittuja ohjausmuuttujia.

Kuivatusmallien karakteristisia parametreja voidaan korjata laatumittauksetietojen perusteella esim. paperilaji- ja toimintapistekohtaisesti. Tällä tavoin saadaan malli sovitettua vastaamaan tarkasti todellista toimintatilannetta ja  
 10 käytettävän päällystyskoneen ominaisuuksia. Tällöin mallin antamaa ratakosteuden estimaattia jossain radan kohdassa, esimerkiksi ennen kiinnirullausta, verrataan mittalaitteiden antamaan todelliseen kosteustietoon. Tämän perusteella  
 15 muodostetaan mallin virhe, jota käytetään malliparametrien korjauslaskennassa. Korjauslaskenta voidaan tehdä joko offline laskentana automaatiojärjestelmässä tai tähän liitettyssä muussa järjestelmässä tai suoraan on-line laskentana automaatiojärjestelmässä, käyttäen asianmukaisia laskentarutiineja esim. pienimmän neliösumman menetelmää tai vastaavia rekursiivisia algoritmeja. Tällöin kuivaimia ohjataan erillisen strategian mukaisesti siten, että kaikkia  
 20 muita kuivaimia paitsi sitä, jonka malliyhtälön parametreja tarkastellaan ajetaan vakioteholla. Parametrien päivityksen aikana ko. kuivaimen ohjauksiin tehdään käytetyn identifiointimenetelmän mukaisesti asianmukaisia muutoksia esim. asetusarvon askelmaisia muutoksia tai kytketään PRBS -  
 25 signaali (Pseudo-Random-Binary-Signal) asetusarvoihin, jotta tarkasteltavassa järjestelmässä olisi identifiointimenetelmän vaatima riittävä määrä vaihteluita parametrien laskenta-algoritmin konvergoitumiseksi. Paperilaji- ja prosessin toimintapistekohtaiset malliyhtälöjen parametrien arvot voidaan tallentaa erilliseen tietokantaan tai automaa-

# tiojärjestelmän lajiresepteihin

Ratakosteuden konesuuntainen säätö tapahtuu keksinnön mukaan seuraavasti. Tarkasteltavassa menetelmässä mallipoh-  
 5 jainen kosteussäätäjä muodostaa mitatun ratakosteusarvon ja tavoitekosteusarvon erosta ohjausviestin, jonka laskennassa hyödynnetään yksittäisten kuivainten matemaattisista mal-  
 leista muodostettua yhdistettyä säätömallia. Laskenta pe-  
 rustuu kuivainten ominaishaihdutustehoon ja vallitseviin  
 10 prosessiolosuhteisiin. Mallien avulla lasketaan kullekin kuivaimelle sellaiset ohjaus- ja säätösuureiden asetusar-  
 vot, jotta halutut väli- ja loppukosteusarvot saavutetaan. Konenopeuden muutostilojen yhteydessä säätöalgoritmi laskee kuivainten tehon muutostarpeen radanopeuden muuttuessa.

15

Normaalissa tuotantotilanteessa, jolloin radanopeus ei muu-  
 tu säätö toteutetaan takaisinkytkettynä säätönä, jolloin  
 kosteuden asetusarvon ja mittauksen perusteella muodoste-  
 taan tieto kosteuserosta, jonka perusteella säätöalgoritmi  
 20 tekee käyttäjän määrittämässä laajuudessa tarvittavat muu-  
 tokset tietokoneen säätämiksi valittujen kuivainten tehoi-  
 hin. Kaikki kuivaimet ovat valittavissa tietokonesäädölle  
 tai vastaavasti käsisäädölle, mutta keksinnön mukaan aina-  
 kin yhden kuivaimen tehoa on voitava säätää tietokoneen  
 25 avulla tapahtuvan malliohjauksen avulla. Tällöin kuvion 2  
 mukaisesti joko välikosteusmitta-anturilta 12 tai ennen  
 kiinnirullausta 10 olevalta laatumittausanturilta 9 saadaan  
 ratakosteuden oloarvo, jota säätöohjelma vertaa asetusar-  
 voon. Asetusarvon ja mittauksen kosteuseron perusteella  
 30 lasketaan vastaava kokonaisvesimäärän ( $\Delta H_2O$ ) muutos, joka  
 tietokonesäädölle valittujen kuivaimien pitää saada aikaan.  
 Mikäli kosteusero on etumerkiltään positiivinen pitää omi-  
 naishaihdutusta lisätä. Negatiivisessa tapauksessa pienen-

tää. Kokonaisvesimääräero ( $\Delta H_2O$ ) jaetaan tietokonesäädölle  
 valituille kuivaimille ( $i = 1..N$ ) suhteellisella painoker-  
 toimella (0-100 %) painotettuna siten, että painokertoimien  
 summa on kuitenkin 100. Kosteusero, eli tarvittava tehon  
 5 muutos, voidaan jakaa kuivaimille myös muullakin tavalla  
 painottamalla. Painokertoimet voidaan valita esimerkiksi  
 kuivainten haihdutustehojen suhteessa tai halutun välikos-  
 teuden perusteella. Suhteellisessa jaossa kunkin painoker-  
 toimen osoittama osuus vesimääräerosta kohdistuu valitulle  
 10 kuivaimelle. Ominaishaihdutusmalleja käytetään laskettaessa  
 vaadittavat muutokset kunkin kuivaimen ohjausten asetusar-  
 voihin. Uudet asetusarvot välitetään tämän jälkeen yksik-  
 kösäädinpiireille, jotka toteuttavat asetusarvojen muutok-  
 set.

15

Kuvion 3 esittää tilannetta, jossa konenopeus muuttuu. Täl-  
 löin toteutetaan säätö ennakoivasti. Tehtäessä konenopeu-  
 dessa muutos pisteestä A pisteeseen C, menetellään seuraa-  
 vasti. Pisteessä A lasketaan päällystyskoneen kuivaimille  
 20 pistettä C vastaavat uudet asetusarvot malliyhtälöjen pe-  
 rusteella siten, että huomioiden konenopeuden muutoksesta  
 aiheutuva korjaus asetusarvoihin. Uudet asetusarvot voidaan  
 välittää yksikkösäädinpiireille joko välittömästi koneno-  
 peuden muutoksen alkaessa (piste A) tai inkrementteittäin  
 25 konenopeusmuutoksen aikana kuvion 4 mukaisesti. Tähän va-  
 lintaan vaikuttavat konenopeuden muutoksen suuruus ( $\Delta U$ ),  
 muutos aika ( $\Delta T$ ) ja valitun kuivaimen tai yksikön dynaami-  
 nen käyttäytyminen. Koneen ylösajon aikana menetellään  
 esim. kuvan 3 käyrän oikeanpuoleisen esitystavan mukaises-  
 30 ti. Pisteessä A' lasketaan joko pistettä B' tai pistettä C'  
 vastaavat uudet asetusarvot yksikkösäädinpiireille malliyh-  
 tälöjen avulla. Mikäli koneen kiihdytys tehdään välivaiheen  
 B' kautta voidaan tavoitenopeutta C' vastaavat asetusarvot

välittää joko pisteessä A', B' tai inkrementteittäin porrastaen (Kuva 4). Dynamiikaltaan nopeille kuivaimille, kuten infrapunakuivaimille, voidaan asetusarvojen alku- ja loppupisteiden arvojen perusteella laskea haluttu määrä inkrementtipisteitä, jotka aktivoituvat kun konenopeus on saavuttanut ko. asetusarvoa vastaavan nopeuden. Toisaalta mikäli esim. leiju- ja sylinterikuivainten dynamiikan hitaus (aikavakio  $t$ ) otetaan mukaan, voidaan pistettä C' vastaavat asetusarvot valituille kuivaimille välittää jo pisteessä (A' -  $t$ ) tai huomioida hitaus inkrementtijaossa. Vaihetta B' käytetään yleisesti esim. päällystysasemien sulkemiseen. Tällöin, riippuen ajasta ( $\Delta T$ ), voidaan laskea myös pistettä B' vastaavat yksikkösäädinpiirien asetusarvot, joita käytetään lähtöarvoina siirryttäessä tilaan C'. Menetelmä kattaa myös tilanteet jolloin konenopeusmuutosten tai ylösajon aikana käytetään laatumittausjärjestelmästä saatavia täyden profiilin mittauksia tai osittaisia profiilimittauksia hyväksi. Osittaisessa profiilimittauksessa laatumittausjärjestelmän mitta-anturi voi olla ns. pistemittauksella (ei traversoi) tai mitta-anturi voi traversoida, eli kulkea radan poikki vain osittain, esim. 0.5 -1.0m leveydeltä. Tällöin aina uuden luotettavan mittaustiedon valmistuttua tehdään korjaus kuivainten asetusarvojen estimaatteihin malliyhtälöjen tai muun korjauslaskennan perusteella.

25

Kuviossa 5 on esitetty edellä kuvattu säätötapa hieman erityyppisenä kaaviona. Tässä kaaviossa esitetty säätötapa vastaa kuvioden 1 ja 2 mukaista säätöä. Kuvion vasemmassa laidassa on kosteuden eroarvon määrittäminen. Ensin on määritettävä radanopeus, minkä jälkeen voidaan päällystepak-

---

suuden, kosteuden, pohjaradan neliöpainon ja päällysteen kiintoainepitoisuuden perusteella määrittää kosteus tai kosteuden muutos  $\Delta H_{20}$  ennen kuivausta. Kosteuden asetusar-

30

5

15



## Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä paperin tai kartongin päällystyksessä käytet-  
tävän ainakin yhden päällystysaseman (1) ja ainakin yhden  
5 kuivaimen (2 - 6) käsittävän laitekokonaisuuden kuivatuste-  
hon säätämiseksi, jossa menetelmässä,

- levittää radan (8) pinnalle nestettä sisältävää pääl-  
lysteseosta,

10

- kuivataan päällysteseoksella päällystettyä rataa (8)  
haihduttamalla siitä nestettä kunnes radan (8) koste-  
uspitoisuus on haluttu,

15

- muodostetaan niille päällystyskoneen osille, joilla  
kosteutta poistuu radasta (8), ominaishaihdutusmalli,  
joka kuvaa tällä osalla poistuvan nesteen määrää, ja

- määritetään tarvittava kokonaishaihdutusteho,

20

t u n n e t t u siitä, että

- ketjutetaan eri osien ominaishaihdutusmallit koko-  
naishaihdutusmalliksi,

25

- jaetaan tarvittava kokonaishaihdutusteho kokonais-  
haihdutusmallin mukaisesti laitekokonaisuuden kui-  
vaimille, ja

30

~~- määritetään kuivaimille mallin mukaiset uudet ohja-~~  
usarvot.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -

t u siitä, että laitekokonaisuuden yhden kuivaimen tehoa säädetään kokonaishaihhdutusmallin avulla ja muiden kuivainten teho asetetaan kiinteään arvoon.

5 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että ainakin kahden laitekokonaisuuden kuivaimen tehoa säädetään kokonaishaihhdutusmallin avulla.

10 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että mitataan ainakin radan (8) loppukosteus, verrataan mitattua kosteusarvoa asetusarvoon ja lasketaan kokonaishaihhdutusmallin avulla kuivaimille uudet haihdutusmäärän asetusarvot.

15 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että mitataan radan kosteus ainakin yhdessä pisteessä ennen loppukosteuden mittaamista ainakin yhden välikosteuden määrittämiseksi ja lasketaan mittaustuloksen avulla ainakin mittaushaaraa edeltäville kuivaimille uudet  
20 haihdutusmäärän asetusarvot.

25 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että määritetään radan alkukosteus ja sille tuotu vesimäärä, lasketaan tarvittava kokonaishaihhdutusmäärä ja asetetaan kokonaishaihhdutusmallin avulla kuivainten tehot siten, että saavutetaan haluttu loppukosteus.

30 7. Patenttivaatimusten 5 ja 6 mukainen menetelmä, t u n -  
n e t t u siitä, että asetetaan kuivainten tehot mallilaskennan- ja mittaustuloksen perusteella.

8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä laitekokonaisuuden kuivainten ominaishaihhdutusmallien malliparametrien

korjaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

- asetetaan yksi laitekokonaisuuden kuivain toimimaan kokonaishaihhdutusmallin ohjauksen mukaan,

5

- asetetaan laitekokonaisuuden muut kuivaimet toimi-  
maan vakioteholla,

- muutetaan mallisäättöisen kuivaimen ohjaussignaaleja,

10

- verrataan kokonaishaihhdutusmallin antamaa kosteusar-  
voa mitattuun arvoon, ja

- lasketaan mitatun ja mallin mukaan lasketun estima-  
tin erotuksen avulla korjatut ominaishaihhdutusmallipa-  
rametrit mallisäädölle asetetulle kuivaimelle.

15

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että mallisäättöisen kuivaimen ohjaussignaaleja  
20 muutetaan askelmaisesti tai kytkemällä asetukseen Pseudo-  
Random-Binary-signaali (PRBS).

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n -  
n e t t u siitä, että laitekokonaisuuden edellisen kuivai-  
25 men ominaishaihhdutusmallin antamia lähtöarvoja käytetään  
seuraavan kuivaimen ominaishaihhdutusmallin tuloarvoina.

11. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n -  
n e t t u siitä, että jaetaan tarvittava haihdutustehon  
30 muutos kokonaishaihhdutusmallin avulla säädettävien kuivain-  
ten kesken ennalta asetettujen painokertoimien suhteessa.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä ainakin kaksi

päällystysasemaa ja vastaavat kuivaimet käsittävän laiteko-  
konaisuuden kuivatustehon säätämiseksi, t u n n e t t u  
siitä, että ketjutetaan päällystysaseman ja vastaavat kui-  
vaimet käsittävien osajärjestelmien kokonaishaihdotusmallit  
5 ainakin lähettämällä edellisen osajärjestelmän mallille  
seuraavan osajärjestelmän jälkeinen mitattu rataakosteuden  
arvo.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ainakin kaksi päällys-  
10 tysasemaa ja vastaavat kuivaimet käsittävän laitekokonai-  
suuden kuivatustehon säätämiseksi, t u n n e t t u siitä,  
että ketjutetaan päällystysaseman ja vastaavat kuivaimet  
käsittävien osajärjestelmien kokonaishaihdotusmallit keske-  
nään muodostamalla osajärjestelmien kokonaishaihdotusmal-  
15 leista laitekokonaisuuden kokonaishaihdotusmalli.

## (57) Tiivistelmä

Menetelmä, jonka avulla päällystettävän radan koneensuuntaista kosteutta voidaan säätää optimoidusti koko päällystys- ja kuivatustapahtuman kosteudenmuutokset huomioon ottaen. Päällystyskoneen kaikkia kuivaimia säädetään integroidusti hallitun ja energi-ankulutuksen sekä valmistuslaadun kannalta optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Jokaiselle radan kuivumiseen vaikuttavalle prosessin osalle ja laitteelle muodostetaan matemaattinen ominaishaihdutusta kuvaava malli ja yksittäisten mallien avulla muodostetaan malleja ketjuttamalla kokonaisprosessin malli, jonka avulla hallitaan prosessin kuivatustapahtumaa siten, että yksittäisiä laitteita ohjataan prosessin osana.

Fig. 1

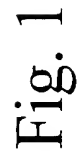
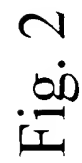


Fig. 1



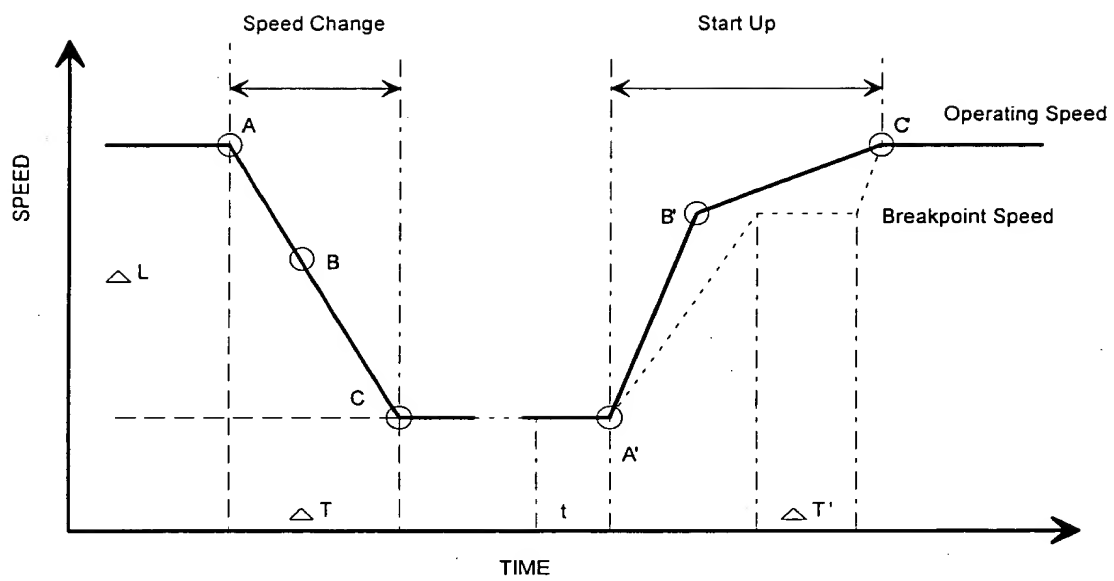


Fig. 3



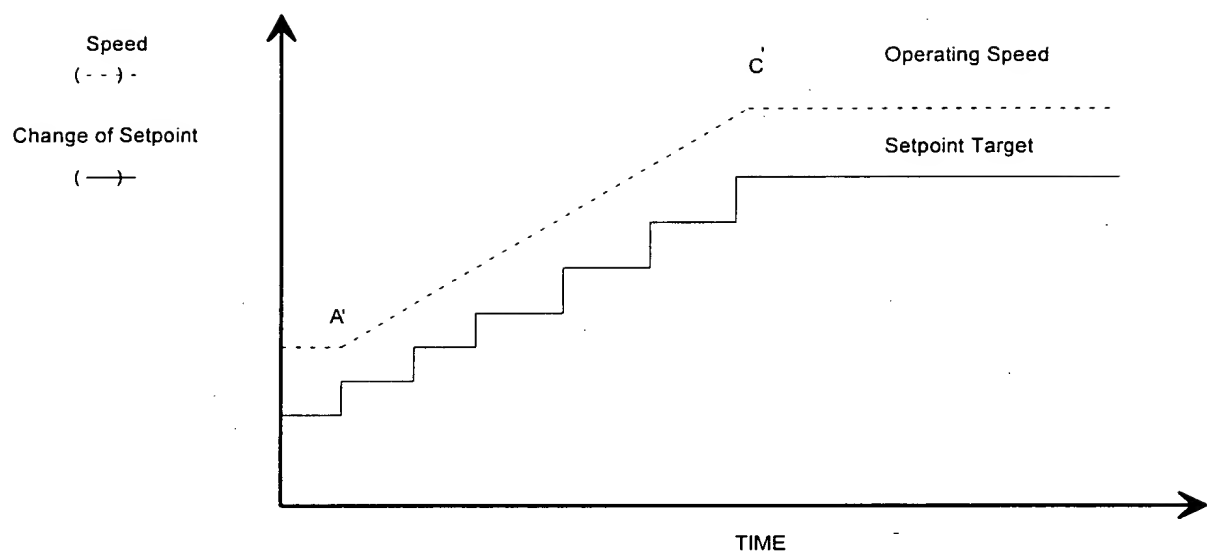
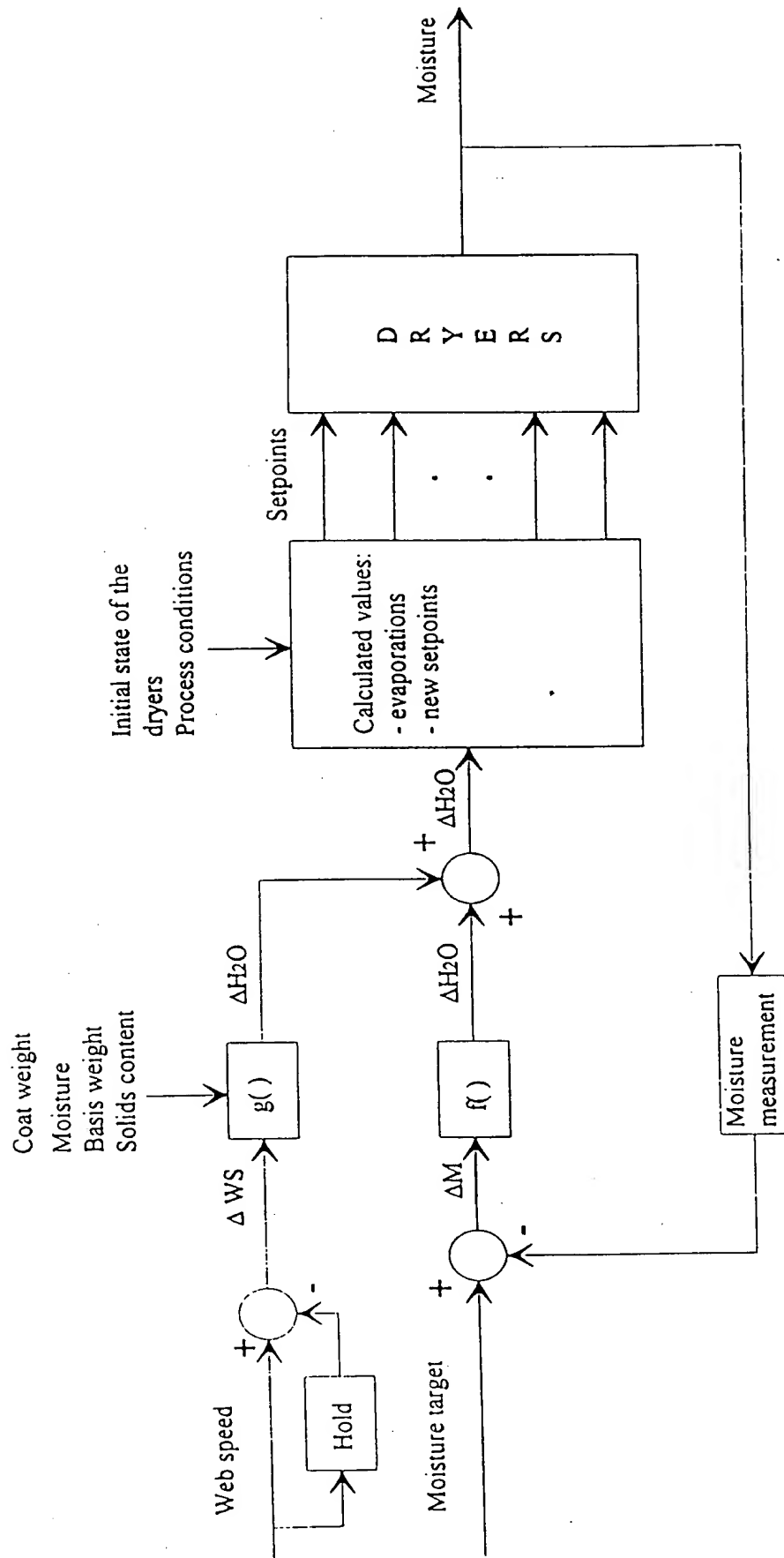


Fig. 4



**FIG. 5**